

УДК 630*16'116.28(476.7)

М. В. Левковская¹, В. В. Сарнацкий²¹Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина²Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси**ВЛИЯНИЕ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
НА ЖИВОЙ НАПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ И НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА
ПОЧВ СОСНЯКОВ ОРЛЯКОВЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОХОДНЫХ РУБОК**

Приведены результаты исследования твердости, кислотности и концентрации нитратного азота верхних горизонтов почвы и изменение живого напочвенного покрова в сосняках орляковых Барановичского лесхоза Брестской области, в которых были проведены проходные рубки различной давности, слабой и умеренной интенсивности с использованием многооперационных машин. Получены данные по видовому разнообразию живого напочвенного покрова сосняков орляковых. Твердость верхних горизонтов почвы под воздействием трелевки в технологических коридорах колеблется в пределах 14–21 кг/см² в зависимости от давности рубок, некоторых различий физических характеристик почвы, превышает твердость почвы на контроле в 2,4–3,5 раза.

На вырубке кислотность почвы снижается на 0,1–0,4 и зависит от вида произрастающих растений. В коридорах происходит смена подпологовой растительности на растительность более открытых местообитаний, характерную для более разреженных сосняков, лесных полян, опушек, рудеральных местообитаний. В зоне коридоров идет интенсивный процесс нитрификации, о чем свидетельствует разрастание растений-нитрофилов – *Rubus idaeus* L., *Sambucus racemosa* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.

Ключевые слова: механизированные рубки ухода, твердость, кислотность, живой напочвенный покров.

M. V. Levkovskaya¹, V. V. Sarnatsky²¹Brest State University named after A. S. Pushkin²V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany
of the National Academy of Sciences of Belarus**INFLUENCE OF LOGGING EQUIPMENT
ON THE GROUND COVER AND SOME PROPERTIES
OF SOIL OF FERN PINE FORESTS AS A RESULT OF THINNINGS**

The effect of mechanized cuttings on the hardness, acidity and the concentration of nitrate nitrogen of soils and dynamics of the living ground cover of fern pine was studied. The research was carried out in pure and mixed pine of Baranovichskogo forestry of Brest region, passed by mechanized thinning of weak and moderate intensity using with multioperational machines. The results of studies on the species diversity of the living ground cover pure and mixed pine fern. The hardness of the upper horizons of the soil under the influence of logging in the technological corridors ranges from 14–21 kg/cm², depending on the time of thinning, differences of physical characteristics of the soil, the soil exceeds the hardness of control at 2.4–3.5 times.

On cutting down the size acidity is reduced on the 0.1–0.4 and depends on a kind of growing plants. As a result of thinning in the fern pine forests in the corridors there is a change of the understory vegetation in the vegetation of open habitats, characteristic for sparse pine forests, forest clearings, forest edges, ruderal habitats. In the corridors of the area is an intensive process of nitrification, as evidenced by the growth of plant-nitrophilic – *Rubus idaeus* L., *Sambucus racemosa* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.

Key words: mechanized thinning, hardness, acidity, live ground cover.

Введение. При проведении рубок ухода разреживание полога древостоя, изменение его состава и структуры оказывают влияние на динамику растительности травяного и кустарникового ярусов [1].

Основная часть. Цель работы – изучить изменение твердости, кислотности верхних го-

ризонтов почвы, живого напочвенного покрова на волокнах и пасеках в сравнении с контролем после проведения рубок ухода в сосновых насаждениях.

Исследования проводились после проходных рубок (2007–2010 гг.) на 4 пробных площадях (ПП) размером 0,5 га в сосняках орляковых

(*Pinetum pteridiosum*) Барановичского лесхоза Брестского ГПЛХО в 2012 г. Сосновые культуры созданы на различных категориях лесокультурной площади (вырубки, земли бывшего сельхозпользования и т. п.) и характеризуются наличием синантропных видов.

Исследование лесной растительности осуществлялось методом учетных площадок (раункиеров) с использованием морфолого-эколого-географического метода [2]. В полевых условиях определена твердость гумусового горизонта, в лабораторных условиях – актуальная кислотность на рН-метре и концентрация нитратного азота почвы в технологических коридорах и пасеках (50 см) [3, 4].

Пробная площадь 1 (Молчадское лесничество, кв. 112, выд. 19). Почва дерново-подзолистая, глееватая, супесчаная, эдафотоп В₂. Состав древостоя – 8С2Б, бонитет – I^a, полнота – 0,7, возраст – 50 лет. Средние таксационные показатели древостоя: высота – 21,2 м; диаметр – 20,2 см.

Жизнеспособный подрост *Betula pendula* L., *Quercus robur* L., *Picea abies* (L.) Karst., *Populus tremula* L., *Quercus borealis* L., *Pinus sylvestris* L. относится по высоте к крупному. Подлесок густой (средняя высота 1,6 м, общее проективное покрытие 32%) представлен *Frangula alnus* L., *Corylus avellana* L., *Juniperus communis* L., *Sorbus aucuparia* L., единично *Sambucus racemosa* L., *Salix caprea* L., *Malus sylvestris* L. Травяно-кустарничковая растительность приурочена в основном к более освещенным местам – между рядами и окнам древесного яруса. Наблюдается разрастание и расселение следующих лесных видов: *Rubus caesius* L., *Rubus idaeus* L., *Vaccinium myrtillus* L. (встречаемость 45% с баллом обилия 3), *Calluna vulgaris* L., *Pilosella officinarum* F. Schultz et Sch. Bip., *Pyrola rotundifolia* L., *Trientalis europaea* L. (табл. 1).

Из папоротников в живом напочвенном покрове принимают участие *Athyrium filix-femina* (L.) Roth., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. (обилие – 4 балла), проективное покрытие составляет 4 и 30% соответственно. Хорошо развита группа разнотравья *Lythrum salicaria* L., *Hypericum perforatum* L., *Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton, *Knautia arvensis* (L.) Coult., *Lactuca muralis* (L.) DC., *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Poa nemoralis* L., *Festuca ovina* L.

Мохово-лишайниковый ярус представлен 8 видами мхов, среди которых доминирует *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. (проективное покрытие 50%), *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp. in B.S.G., *Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not., *Dicranum polysetum* Sw.

Проходная рубка была проведена в 2007 г. с интенсивностью 30% по линейно-пасечной

технологии с применением на трелевке форвардера Valmet 911.

После рубки пятилетней давности твердость гумусового горизонта на волоке достигает 18 кг/см², на пасеке – 9 кг/см² (табл. 2).

Пробная площадь 2 (Малаховское лесничество, кв. 77, выд. 1). Почва дерново-подзолистая, песчаная, эдафотоп В₂. Состав древостоя – 10С + Е, бонитет – I^a, полнота – 0,78, возраст – 60 лет. Средние таксационные показатели древостоя: высота – 24 м; диаметр – 24 см.

Под пологом насаждения произрастают *Betula pendula* L., *Quercus robur* L., *Picea abies* (L.) Karst., *Populus tremula* L., *Ulmus laevis* Pall. Подлесок густой, представлен *Corylus avellana* L., *Frangula alnus* L., *Juniperus communis* L., *Sambucus racemosa* L., *Sorbus aucuparia* L.

Изменение светового режима благоприятно сказалось на развитии на волоках *Rubus caesius* L., *Rubus idaeus* L., относящихся к растениям-нитрофилам со средней высотой 0,9 м. У большинства видов увеличились встречаемость и проективное покрытие за счет появления молодых растений, увеличения количества побегов и разрастания, например, ягодных кустарничков: *Vaccinium myrtillus* L. (встречаемость – 55%, проективное покрытие – 31%), *Vaccinium vitis-idaea* L. (встречаемость – 25%, проективное покрытие – 5%). Быстрое разрастание перечисленных видов и злаков *Poa nemoralis* L., *Festuca ovina* L. приводит к задержанию почвы и меньшей встречаемости зеленых мхов (40%).

В составе живого напочвенного покрова преобладают мезофиты: *Oxalis acetosella* L., *Trientalis europaea* L. (встречаемость – 75 и 22%). Обилие доминанта *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. достигает 6 баллов. На ПП 2 характерна большая сомкнутость пологом по сравнению с ПП 1.

Проходная рубка была выполнена в декабре 2009 г. с интенсивностью 15%. Транспортировку древесины выполняли погрузочно-транспортной машиной МПТ 461.1. Твердость гумусового горизонта на волоке составляет 16,9 кг/см² и варьирует от 13 до 21 кг/см², что в 2,8 раза превышает твердость почвы на пасеке.

Пробная площадь 3 (Малаховское лесничество, кв. 53, выд. 1). Почва дерново-подзолистая, глееватая, супесчаная, эдафотоп В₂. Состав древостоя – 10С, бонитет – I^a, полнота – 0,91. Возраст – 55 лет. Сосна имеет среднюю высоту 24,5 м, средний диаметр 29 см. Под пологом насаждения произрастают *Acer platanoides* L., *Picea abies* (L.) Karst., *Quercus robur* L., единичные экземпляры *Populus tremula* L. Подрост крупный со средней высотой 1,8 м.

Таблица 1

Общая характеристика живого напочвенного покрова на пробных площадях в сосняках орляковых

Вид растения	Пробная площадь											
	1			2			3			4		
	Встречаемость, %	Проективное покрытие, %	Обилие, балл	Встречаемость, %	Проективное покрытие, %	Обилие, балл	Встречаемость, %	Проективное покрытие, %	Обилие, балл	Встречаемость, %	Проективное покрытие, %	Обилие, балл
<i>Травяно-кустарничковый ярус</i>												
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth.	40	4	3	23	6	4	15	2	2	20	2	2
<i>Calluna vulgaris</i> L.	55	6	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.	–	–	–	5	<1	1	15	<1	1	–	–	–
<i>Chimaphila umbellata</i> (L.) W. Barton	5	<1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Convallaria majalis</i> L.	–	–	–	–	–	–	25	<1	2	–	–	–
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	–	–	–	35	5	3	–	–	–	35	3	3
<i>Dryopteris spinulosa</i> (O. F. Muell.) Watt	–	–	–	–	–	–	15	3	2	–	–	–
<i>Erigeron acris</i> L.	–	–	–	–	–	–	15	<1	1	–	–	–
<i>Festuca ovina</i> L.	3	<1	1	15	<1	1	–	–	–	–	–	–
<i>Fragaria vesca</i> L.	–	–	–	–	–	–	30	<1	2	–	–	–
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	–	–	–	–	–	–	10	<1	1	–	–	–
<i>Hieracium sylvestris</i> Tausch	5	<1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Hypericum perforatum</i> L.	21	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.	15	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Lactuca muralis</i> (L.) DC.	22	2	3	20	2	3	20	<1	1	25	2	3
<i>Lycopodium annotinum</i> L.	25	2	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl.	5	<1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Lythrum salicaria</i> L.	30	3	3	–	–	–	10	<1	1	–	–	–
<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W. Schmidt	–	–	–	–	–	–	21	<1	2	–	–	–
<i>Oxalis acetosella</i> L.	–	–	–	75	7	4	–	–	–	–	–	–
<i>Persicaria persicaria</i> L.	–	–	–	–	–	–	10	<1	1	–	–	–
<i>Pilosella officinarum</i> F. Schultz et Sch. Bip.	10	<1	1	–	–	–	20	2	2	–	–	–
<i>Poa nemoralis</i> L.	10	<1	1	15	<1	1	–	–	–	–	–	–
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	65	30	5	85	55	6	65	55	5	65	35	5
<i>Pyrola rotundifolia</i> L.	45	4	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Rumex acetosella</i> L.	25	2	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Solidago virgaurea</i> L.	–	–	–	–	–	–	15	<1	1	–	–	–
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	–	–	–	–	–	–	10	<1	1	–	–	–
<i>Trientalis europaea</i> L.	5	<1	1	22	2	3	15	<1	1	–	–	–
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	45	15	4	55	31	5	45	25	5	40	10	4
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	15	<1	1	25	5	3	15	2	2	30	3	3
<i>Мохово-лишайниковый ярус</i>												
<i>Bryum capillare</i> Hedw.	5	<1	1	10	<1	1	–	–	–	–	–	–
<i>Cladonia deformis</i> Hoffm.	5	<1	1	5	<1	1	15	<1	1	20	<1	1
<i>Cladonia vericillata</i> Hoffm.	28	2	3	5	<1	1	–	–	–	5	<1	1
<i>Dicranum polysetum</i> Sw.	50	7	4	25	2	3	20	1	2	15	2	2
<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.	10	1	2	–	–	–	–	–	–	10	1	2
<i>Ditrichum flexicaule</i> Hampe	–	–	–	15	<1	1	–	–	–	–	–	–
<i>Evernia furfuracea</i> Ach.	10	<1	1	–	–	–	–	–	–	5	<1	1
<i>Funaria hydrometrica</i> Hedw.	3	<1	1	–	–	–	5	<1	1	10	<1	1
<i>Hylocomium splendens</i> Hedw.	35	5	3	15	3	2	–	–	–	35	6	3
<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	–	–	–	–	–	–	5	<1	1	–	–	–
<i>Physcia hispida</i> Frege	5	<1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.	90	50	6	55	30	5	60	25	5	85	55	6
<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	25	3	3
<i>Ptilium crista-castrensis</i> Hedw.	30	5	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Racomitrium canescens</i> (Hedw.) Brid.	10	1	2	10	<1	1	5	<1	1	10	<1	1
<i>Sphagnum cuspidatum</i> Ehrh. ex Hoffm.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	35	3	3

Подлесок слабо развит, в составе *Sambucus racemosa* L., *Salix caprea* L., *Frangula alnus* L., *Corylus avellana* L., *Juniperus communis* L., *Malus sylvestris* L., *Prunus spinosa* L., *Sorbus aucuparia* L. средней высотой 1,7 м, общим проективным покрытием 30%.

В травяно-кустарничковом ярусе доминируют *Rubus caesius* L., *Rubus idaeus* L. средней высотой 60 см. Проективное покрытие *Athyrium filix-femina* (L.) Roth., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn., *Dryopteris spinulosa* (O.F. Muell.) Watt составляет в сумме до 70%, встречаемость папоротников – 90%. Под пологом присутствуют теневыносливые виды: *Trientalis europaea* L., *Convallaria majalis* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt.

Проведение рубки привело к развитию светолюбивых растений *Vaccinium myrtillus* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Fragaria vesca* L. и появлению *Erigeron acris* L., *Chamaenerion angustifolium* L., *Lactuca muralis* (L.) DC., *Lythrum salicaria* L., *Stellaria media* (L.) Vill., *Persicaria persicaria* L., *Solidago virgaurea* L., *Galeopsis tetrahit* L.

Проективное покрытие по мохово-лишайниковому ярусу снижено до 30%.

Проходную рубку проводили зимой 2010 г. с интенсивностью 15%. Транспортировку древесины выполняли погрузочно-транспортной машиной МПТ 461.1, изготовленной на базе МТЗ-82.

Через год после проведения рубки твердость гумусового горизонта на волоке в отдельных случаях достигает 30 кг/см² и варьирует в пределах 16–26 кг/см². Данные показатели превышают твердость лесных почв, что можно объяснить тем, что насаждение произрастает по I^a классу бонитета и деревья характеризуются большим объемом, а трелевка проводилась крупномерными сортиментами, оказывая влияние на уплотнение почвы [1].

Пробная площадь 4 (Молчадское лесничество, кв. 112, выд. 17) – контроль. Почва дерново-подзолистая, глеевая, песчаная, эдафотоп В₂. Состав древостоя – 10С + Е, бонитет – I. Полнота – 1,0. Возраст – 50 лет. Средние высота и диаметр деревьев составляют 18,8 м и 18,8 см.

Произрастают такие древесно-кустарниковые и полукустарниковые виды, как *Betula pendula* L., *Picea abies* (L.) Karst., *Quercus robur* L., *Quercus borealis* L., *Populus tremula* L., *Sambucus racemosa* L., *Rubus caesius* L., *Salix caprea* L., *Frangula alnus* L., *Corylus avellana* L., *Rubus idaeus* L., *Juniperus communis* L., *Sorbus aucuparia* L.

Из папоротников в живом напочвенном покрове принимают участие *Athyrium filix-femina* (L.) Roth. (обилие – 2 балла), *Dryopteris spinulosa* (O. F. Muell.) Watt, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. В травянисто-кустарничковом ярусе доминируют *Vaccinium myrtillus* L., *Vaccinium vitis-idaea* L. с общим проективным покрытием менее 15%; встречается *Lactuca muralis* (L.) DC. с проективным покрытием 2%. Мохово-лишайниковый ярус представлен 8 видами мхов, среди которых появляется *P. Sphagnum* L.

Наименьшее видовое разнообразие зафиксировано на контрольном участке (ПП 4), что объясняется большей сомкнутостью полога по сравнению с другими вариантами опыта.

В результате усиливается конкуренция за свет, влагу и элементы питания и, как следствие, снижается вероятность появления светолюбивых трав. Проективное покрытие травянистыми растениями почвы на пробных площадях, охваченных рубками ухода, выше (табл. 1).

Применение лесозаготовительных механизмов вызывает уплотнение верхнего горизонта почвы и зарастание коридоров травянистой и кустарниковой растительностью [1]. Возрастание твердости почвы под воздействием трелевки наблюдается до 14–21 кг/см² (в 2,4–3,5 раза по сравнению с контролем).

Через год после проведения рубки на ПП 3 твердость почвы в коридоре превышает показатели пасаки в 3,8 раза, а через 5 лет на ПП 1 – в 2,8 раза.

Почвы характеризуются кислой реакцией среды. Кислотность верхних горизонтов почвы в пасаке варьирует от 4,64 до 4,84, на волоке – от 4,8 до 4,86.

Таблица 2

Изменение свойств верхних горизонтов почвы после проходных рубок в сосняках орляковых

ПП	Год рубки	Горизонт почвы	Твердость, кг/см ²		рН		NO ₃ , мг/кг	
			Коридор	Пасака	Коридор	Пасака	Коридор	Пасака
1	2007	A ₁	14,4 ± 0,6	5,1 ± 0,2	4,8 ± 0,18	4,84 ± 0,19	8,9 ± 0,3	8,2 ± 0,3
		A ₂	–	–	4,93 ± 0,14	4,56 ± 0,13	4,2 ± 0,2	3,7 ± 0,1
2	2009	A ₁	16,9 ± 0,5	6,1 ± 0,3	4,86 ± 0,14	4,64 ± 0,13	5,4 ± 0,2	6,9 ± 0,2
		A ₂	–	–	4,8 ± 0,12	4,71 ± 0,12	3,1 ± 0,1	1,3 ± 0,1
3	2010	A ₁	21,2 ± 0,7	5,7 ± 0,4	4,85 ± 0,22	4,66 ± 0,13	7,4 ± 0,2	4,9 ± 0,1
		A ₂	–	–	4,76 ± 0,23	4,46 ± 0,12	3,6 ± 0,1	2,7 ± 0,1
4	Без ухода	A ₁	6,1 ± 0,2		4,76 ± 0,12		2,8 ± 0,1	
		A ₂	–		4,89 ± 0,15		7,9 ± 0,3	

На вырубке кислотность почвы снижается на 0,1–0,4 и зависит от вида произрастающих растений.

Более высокая концентрация нитратного азота в верхних горизонтах почвы на волоках, возможно, свидетельствует о более интенсивном процессе нитрификации в результате разложения порубочных остатков.

Закключение. После проведения проходных рубок увеличивается проективное покрытие

травяно-кустарничкового яруса за счет разрастания светолюбивых видов, в составе подроста доминируют *Betula pendula* L., *Quercus robur* L., *Picea abies* (L.) Karst., *Populus tremula* L. Жизнеспособный подрост относится по высоте к крупному.

В области технологических коридоров кислотность почвы снижается на 0,1–0,4 в сравнении с пасекой и повышается концентрация нитратного азота.

Литература

1. Климчик Г. Я., Соколовский И. В. Трансформация и восстановление почвы сосняков, пройденных рубками // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во. 2007. Вып. XV. С. 108–112.
2. Федорук А. Т. Ботаническая география. Минск: БГУ, 1976. 224 с.
3. Почвы. Методы определений удельной электропроводности, pH и плотного остатка водной вытяжки: ГОСТ 26423-85. М.: Гос. комитет СССР по стандартам, 1985. 7 с.
4. Методика выполнения измерений концентраций азота нитратного фотометрическим методом с салицилатом натрия // Методы исследования качества воды и водоемов. М.: Медицина, 1990. С. 84–85.

References

1. Klimchik G. Ya., Sokolovskiy I. V. Transformation and restoration of soils of pine after cuttings. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], series I, Forestry? 2007, issue XV, pp. 108–112 (In Russian).
2. Fedoruk A. T. *Botanicheskaya geografiya* [Botanical geography]. Minsk, BGU Publ., 1976. 224 p.
3. GOST 26423-85. Soils. Methods for determination of conductivity, pH, and the solid residue of the aqueous extract. Moscow, State Committee of the USSR for Standarts Publ., 1985. 7 p. (In Russian).
4. The method for measuring the concentration of nitrate nitrogen by the photometric method with sodium salicylate. *Metody issledovaniya kachestva vody i vodoemov* [Methods of water quality and water research]. Moscow, Meditsina Publ., 1990, pp. 84–85 (In Russian).

Информация об авторах

Левковская Марина Викторовна – преподаватель кафедры ботаники и экологии. Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина (224016, г. Брест, б-р Космонавтов, 21, Республика Беларусь). E-mail: lemarivik@mail.ru

Сарнацкий Владимир Валентинович – доктор биологических наук, главный научный сотрудник. Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси (220072, г. Минск, ул. Академическая, 27, Республика Беларусь). E-mail: sarnatsky1@tut.by

Information about the authors

Levkovskaya Marina Victorovna – lecturer, the Department of Botany and Ecology. Brest State University named after A. S. Pushkin (21, Kosmonavtov blvd, 224016, Brest, Republic of Belarus). E-mail: lemarivik@mail.ru

Sarnatsky Vladimir Valentinovich – DSc (Biology), Chief Researcher. V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: sarnatsky1@tut.by

Поступила 15.01.2016